

OPERATION SYSTEMES CANNIERS EN CONDITION PLUVIALE SECHE

RAPPORT D'EXECUTION 2005

Denis Pouzet, Nadia Lubin** et Jean-Claude Efile****

Avril 2006



Sole cannière de Marie Galante. Système canne - élevage. Cliché D. Pouzet

- * Responsable de projet, CIRAD Marie Galante
** Technicienne chargés des mesures expérimentales, CIRAD Roujol, Basse Terre
*** Responsable de l'expérimentation agronomique, CIRAD Roujol, Basse Terre

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette



000078306

TABLE DES MATIERES

Avant Propos	5
Problématiques et orientations du programme.....	7
Gestion du sol.....	7
Gestion de la biomasse résiduelle.....	7
Gestion de la couverture du sol.....	7
Choix des cultivars	8
Résistance au stress hydrique.....	8
Couverture du sol	9
Biomasse résiduelle	9
Modélisation.....	9
Programmation.....	9
Cadre expérimental.....	9
Travail minimum du sol	9
Resserrement de l'interligne	10
Nuisibilité de l'enherbement	10
Evaluation des cultivars.....	10
Réalisations fin 2005.....	10
ANNEXES.....	13
I. Caractéristiques agronomiques des sols vertiques de la Guadeloupe.....	13
II. Protocoles des mesures expérimentales.....	25
III. Protocoles des essais mis en place en 2005	35

12 MAI 2006

Avant Propos

La production cannière est fortement bouleversée par un processus engagé de déréglementation des marchés. Elle doit rester compétitive en conservant son rôle vis-à-vis de l'emploi tout en préservant l'environnement. Une nouvelle opération de recherche a été développée dans ce cadre pour la principale zone pédoclimatique de la Guadeloupe qui regroupe les sols vertiques des bassins pluviaux secs du Nord de la Grande Terre et de Marie Galante. Elle a pour double objectif (1) de réduire les coûts de production et l'impact de la culture sur l'environnement et (2) de rechercher des débouchés pour la partie non sucre de la culture.

Le programme de recherche a été élaboré à partir des connaissances de la filière et de ses problématiques (UR 5 et UR 75 du CIRAD). Il a été évalué et amendé avec la collaboration des chercheurs de l'INRA APC (H. Ozier Lafontaine, R. Bonhomme, Y-M. Cabidoche). Trois actions principales ressortent de l'analyse :

- Amélioration de la gestion de l'eau abordée sous l'angle d'une ressource pluviale et aléatoire ;
- Réduction des coûts de production qui concerne notamment la limitation (1) des intrants chimiques, source de pollution et (2) des recours à la mécanisation, source de consommation énergétique et de dégradation du milieu.
- Valorisation des coproduits de la culture.

Le rapport présente les principales problématiques de la zone vertique pluviale dont l'intérêt scientifique est d'être représentatif de millions d'hectares cultivés dans le monde et d'une part importante de la sole cannière des Caraïbes. Les actions mises en place dans le cadre du démarrage du programme sont ensuite décrites. Nous avons consigné en annexe une brève synthèse des caractéristiques agricoles des sols vertiques, les protocoles des essais mis en place et les protocoles de mesures.

Problématiques et orientations du programme

En dehors de la nécessité de rompre par des rotations la monoculture de la canne¹, le système cannier actuel devrait pouvoir accéder à un statut plus durable par une meilleure gestion des sols en condition pluviale sèche, une valorisation raisonnée de la biomasse résiduelle, le choix de cultivars appropriés, voir, pour les situations d'entretien déficient, une optimisation des distances interligne de plantation.

Gestion du sol

Les modalités de plantation de la canne à sucre en Guadeloupe sont caractérisées par un travail du sol excessif dont les conséquences 'visibles' sont :

- Un coût important (carburant, matériel, tractoriste...) ;
- Une mauvaise qualité du travail liée à l'inadéquation entre le nombre de passages d'engins par parcelle, une fenêtre étroite de plantation en période humide et un grand nombre de parcelles à planter par entrepreneur ou CUMA ;
- Un contrôle impossible de qualité par l'agriculteur qui ne peut modifier le calendrier de travail imposé par les prestataires de service ;
- Un surdimensionnement du matériel dont l'amortissement est souvent problématique (lié en partie à la nécessité d'une intervention « tout temps ») ;
- Des dégâts fonciers affectant les parcelles comme leurs voies d'accès, liés à la trop faible portance des sols en humide et à un matériel inadapté (pneu haute pression pour une circulation rapide intra parcelle) ;
- Une plantation manuelle efficace, mais consommatrice en main d'œuvre, qui semble justifiée par la difficulté de réussir une plantation mécanique (mauvaise levée indiquée par la filière).

Les modalités de plantation développées en zones vertiques notamment à Barbade et initiées avec succès en Guadeloupe depuis une dizaine d'année (CIRAD, CTICS et exploitation de Gardel) militent en faveur d'un travail minimum du sol avec un labour chimique et une plantation dans l'inter-rang en cas de monoculture. Ces techniques doivent être validées et transférées aux acteurs de la filière (CUMA, ETA).

Nous proposons de diffuser le travail minimum du sol dans son domaine d'application (sols non sensibles au tassement) par des parcelles d'évaluation et de démonstrations.

Gestion de la biomasse résiduelle

La biomasse résiduelle de la canne à sucre, est considérable. Elle peut couramment excéder 10 t ha⁻¹ an⁻¹ de matière sèche. Exportée, elle constitue une source de carbone utile, notamment pour le recyclage d'effluents riches en azote ou pour l'élevage, mais elle accroît les exportations minérales de la culture. Laissée au sol, elle joue un rôle dans l'humidité et la température du sol ainsi que dans la maîtrise de l'enherbement. Mais elle est aussi un obstacle à certaines pratiques culturales (pertes d'azote avec l'urée, transfert ralenti des engrais peu solubles, écran aux herbicides, écran à la levée, obstacle à la replantation...).

Nous proposons de quantifier ces différents aspects afin de disposer des informations permettant de mieux raisonner leur gestion et d'améliorer le rôle multifonctionnel de la culture.

Gestion de la couverture du sol

Les interlignes de plantation de la canne à sucre couramment pratiqués se situent entre 1.40 à 1.50 m. Cette distance devrait être un compromis entre le cultivar, les conditions de croissance et de développement du couvert (vitesse, tallage, architecture) et les impératifs de

¹ Aspect que nous n'aborderons pas car l'expérimentation serait trop longue et les résultats obtenus par ailleurs (Queensland) montrent tous l'intérêt économique et environnemental de rompre la monoculture par une rotation.

la mécanisation. Les recherches dans ce domaine nous enseignent qu'en conditions thermiques et hydriques satisfaisantes (tropical humide chaud de basse altitude), l'écartement ne modifie pas le rendement². Le resserrement devient intéressant en conditions thermiques contraignantes (cas des hauts de La Réunion ou du sud des états unis) ou dans des conditions culturales particulières (cas de l'Australie où des lignes jumelées sont proposées pour accroître le cycle inter-plantation et maintenir le rendement sur des sols fragiles mécanisés avec des engins à large écartement des roues).

En Guadeloupe, l'écartement adopté est plus important qu'ailleurs (1.60 à 1.65 m) sans justifications connues (cultivar, réponse climatique, optimum technique...). Si il est peu probable qu'un resserrement conduise à un accroissement du rendement, une telle pratique devrait réduire la durée de la phase critique précédant la fermeture du couvert avec des effets potentiels sur l'enherbement, et la protection des sols. Concernant l'enherbement, une fermeture rapide en diminuant la pression des adventices autorise une meilleure sécurité de production en cas de mauvais contrôle de l'enherbement par l'agriculteur. Le risque de pollution est aussi théoriquement diminué par la réduction des quantités d'herbicides. Enfin la technique pourrait aussi permettre une réduction des temps de travaux.

L'expérimentation proposée est destinée à vérifier que le resserrement ne conduit pas à des problèmes d'alimentation hydrique :

- Si le développement racinaire est proportionnel au développement aérien, l'accroissement de densité de souche devrait conduire à une réduction de leur développement aérien moyen et donc de l'enracinement. Le couvert serait donc en théorie moins bien armé pour accéder aux réserves profondes.
- Si le couvert est plus rapidement constitué, les risques de consommation parasite d'eau et de minéraux sont limités en cas de mauvaise gestion de l'enherbement par l'agriculteur tandis que l'eau des pluies aléatoires est susceptible d'être mieux interceptée.

Notre objectif actuel est de mieux comprendre le comportement hydrique du couvert en fonction de l'écartement interligne. Nous chercherons parallèlement à favoriser le resserrement des lignes de plantation à des normes compatibles avec la mécanisation existante (entre 1.40 et 1.50 m). L'objectif est de 'sécuriser la production' par une meilleure densité de souche et une maîtrise moins aléatoire de l'enherbement.

Choix des cultivars

Le cultivar est au cœur du système cannier. Les caractéristiques qui nous intéressent, concernent (1) la résistance à la sécheresse, (2) la vitesse de couverture du sol et (3) la biomasse résiduelle. Par ailleurs, le suivi des cultivars peut être mis à profit, si les conditions climatiques sont favorables, pour parfaire le calage des modèles de croissance.

Résistance au stress hydrique

L'UPR 75 développe aujourd'hui, au travers d'un post doc, une étude en milieu contrôlé sur les mécanismes de résistance à la sécheresse de la canne à sucre. L'étude portera sur les descendance de croisements entre géniteurs donnés pour résistants et sensibles au stress hydrique. Nous envisageons au niveau agronomique, d'étudier le comportement au champ des principaux cultivars diffusés ou proposés en zone pluviale sèche, avec pour témoin, des cultivars adaptés à la zone humide. Le but est de déterminer les principaux mécanismes qui contribuent aux qualités de résistance (vitesse et volume d'enracinement, régulation stomatique, voir tolérance à l'anoxie...) et de préciser les liens entre ces stratégies et la productivité. Il existe un antagonisme mécaniste théorique entre un haut potentiel de production et la résistance au stress hydrique. Les cultivars à haut potentiel de production régulent tardivement les échanges gazeux en cas de stress. La production photosynthétique est maintenue plus longtemps à l'optimum, mais la plante devient très sensible si le stress persiste. Pour les plantes résistantes à la sécheresse, la régulation stomatique réduit

² Nos essais à La Réunion montrent un rendement comparable entre 1.2 et 1.8 m, avec cependant un accroissement régulier non significatif du rendement avec le resserrement

rapidement l'activité photosynthétique diminuant le potentiel de production mais protégeant beaucoup mieux la culture du déficit hydrique.

Couverture du sol

La vitesse de fermeture du couvert relève de différents paramètres caractérisant les cultivars : croissance foliaire, tallage, angle d'émission des talles. Cette vitesse nous intéresse surtout dans sa composante enherbement déjà évoquée précédemment.

Biomasse résiduelle

Nous envisageons de caractériser la biomasse résiduelle des principaux cultivars par sa quantification totale et la mesure de la biomasse qui reste adhérente au canne à la récolte. Cette dernière constitue, en cas de récolte canne entière non dépaillée, une augmentation du « non canne » livré à l'usine (coût de transport, effet sur la richesse).

Modélisation

Pour mémoire, les mesures biométriques réalisées sur les cultivars, peuvent servir à caler le modèle de croissance de la canne à sucre de l'UPR5 (MOSICAS). Nous programmons ce travail selon les conditions climatiques et de nos disponibilités en main d'oeuvre.

Les recherches proposées sur les cultivars devraient permettre de mieux raisonner le choix du cultivar en fonction de l'itinéraire technique (capacité de gestion de l'enherbement, modalités de récolte...).

Programmation

Cadre expérimental

Le programme ébauché est issu des problématiques précédentes. Nous abordons l'aspect « gestion de l'eau » sous l'angle de l'itinéraire technique. Il s'agit d'évaluer les techniques agronomiques classiques qui permettent de mieux gérer le stock hydrique disponible pour la culture et de limiter les intrants. Les techniques retenues sont : l'écartement interligne (vitesse de fermeture, exploration du sol par les racines, contrôle de l'enherbement), la gestion des résidus de récolte (humidité, ruissellement), la gestion de l'enherbement, le cultivar (port, croissance, tolérance hydrique et thermique) et le travail du sol.

La méthodologie adoptée pour qualifier les effets des itinéraires techniques sur la croissance et le développement du couvert cannier mettent en jeu des mesures :

- de rétraction des argiles gonflantes (capteurs THERESA™) ;
- d'état de stress du couvert par mesures d'écart de températures entre le couvert et l'air (thermomètre IR) et par évaluation du fonctionnement photosynthétique (fluorométrie) ;
- de vitesse de fermeture du couvert par évaluation de l'énergie photosynthétique active absorbée (AccuPAR™)³ ;
- de richesse en sucre (réfractomètre digital) ; et
- de facteurs de production (tallage, croissance, rendement).

La principale difficulté à surmonter pour évaluer l'impact des techniques proposées sur la production est la quasi impossibilité de déterminer le statut hydrique du sol par des mesures classiques (annexe 1). Nous avons donc emprunté à l'écophysiologie les outils permettant d'évaluer la croissance de la culture pour en déduire l'état hydrique du sol.

Travail minimum du sol

La technique a été longuement étudiée et appliquée dans des conditions de bonne maîtrise des itinéraires techniques (centres de multiplication, exploitations industrielles). Son développement au niveau des petites exploitations cannières nécessite de convaincre les

³ Ces mesures permettent d'estimer l'indice foliaire et d'évaluer en conséquence les écarts avec l'IF des modèles.

acteurs du bien fondé de la technique par des champs de démonstration. Nous proposons la mise en place sur des parcelles de production :

1. d'une bande témoin plantée traditionnellement avec 2 labours, 2 reprises de sol, un sillonnage une plantation manuelle et une fermeture des sillons. Le travail sera réalisé en condition climatique aléatoire (date fixée à l'avance) en évitant uniquement les conditions trop humides.
2. d'une bande traitement avec 2 traitements au glyphosate de la végétation en cours de reprise, sillonnage inter-rang, plantation manuelle et fermeture mécanique des sillons (simulation d'une plantation mécanique en attendant sa mise au point technique).

Le dispositif est essentiellement destiné à des démonstrations à l'attention des acteurs de la filière. Il est conduit en collaboration avec l'opération mécanisation (Jean-Cyril Dagallier) qui en fera l'évaluation économique.

Des visites de l'exploitation de Gardel où la technique est utilisée sur une cinquantaine d'hectares de replantation tous les ans sont programmés.

Resserrement de l'interligne

Nous avons choisi de comparer le comportement de couverts de canne à sucre plantés à des écartements variables. Les 4 écartements testés correspondent à des distances interlignes de 1.2 ; 1.4 ; 1.6 et 1.8 m.

Nous envisageons une subdivision de l'essai en première repousse laissant une partie des parcelles désherbée et une autre non désherbée, dans le but de quantifier :

- l'effet du resserrement sur l'enherbement ; et
- l'effet de l'enherbement sur la croissance et le développement du couvert.

Ce type d'essai qui ne permet pas une récolte mécanique sera labouré au bout de 2 ou 3 repousses.

Nuisibilité de l'enherbement

Deux types d'essai sont programmés. Un essai de nuisibilité est destiné à comparer le rendement de couverts canniers conduits sans herbe, sans désherbage et avec des désherbages retardés à un, deux ou trois mois. Le second essai comporte des traitements similaires, mais avec une subdivision en parcelles avec ou sans paille résiduelle. L'objectif est d'évaluer l'effet du paillis sur l'enherbement et la production.

Evaluation des cultivars

Le dispositif en bloc comprend un essai en pluvial et un essai identique en irrigué. Les traitements sont constitués de 4 variétés. Le choix repose autant par leur taux de diffusion actuelle que par leur importance pour caler le modèle de croissance.

Les principales mesures envisagées portent sur la croissance et de développement des couverts. Le dimensionnement des essais permet des prélèvements destructifs répétés de biomasse.

Réalisations fin 2005

La campagne 2005 a été consacrée à la programmation et la mise en place de l'expérimentation. Les essais ont été implantés en fin d'année. Ils seront donc récoltés en début de campagne sucrière 2007 (cycle dit de grande culture). Nous ne disposerons donc courant 2006 que des résultats partiels des mesures effectuées en cours de cycle de culture.

Les principales activités finalisées en 2005 sont :

Une étude bibliographique synthétique des principales caractéristiques agronomiques des sols vertiques (annexe 1).

L'élaboration en collaboration avec la modélisation (J-F. Martiné, CIRAD CA UR5, La Réunion) d'un protocole des mesures destinées à évaluer la croissance et le développement du couvert cannier (annexe 2)

L'élaboration d'une base de données pluviométriques journalières portant sur 280 stations et plus d'un siècle d'observation, à partir de des informations collectées jusqu'en 1992 par les services hydrologiques de l'ORSTOM en Guadeloupe.

Les stations ont été localisées dans le système UTM 40 et les postes identifiés. La base de donnée a été vérifiée et nettoyée par R. Bonhomme à partir d'algorithmes de vérification. Nous n'avons conservé que les postes disposant d'au moins 6 années complètes d'observation.

Les informations ont été actualisées pour la période postérieure à 1992.

L'élaboration d'un module de bilan hydrique pour sols vertique pour le modèle de croissance MOSICAS à partir des résultats des chercheurs de l'INRA ACP (R. Bonhomme, YM. Cabidoche). Le travail de modélisation a été réalisé depuis La Réunion par Jean-François Martiné (CIRAD-CA, UR 5).

La mise en place de 4 essais sur la station INRA de Godet et la conduite de 2 expérimentations à Marie Galante (annexe 3). La situation fin 2005 de la partie expérimentale est résumée dans le tableau suivant :

Lien	Essai	Dispositif		Date	Observations
		Trai.	Rep.		
Grande Terre	Biomasse résiduelle	6	5	27/07/05	Hétérogène, Phytotoxicité des herbicides employés
	Ecartement	4	5	01/08/05	Bonne implantation. Mauvaise maîtrise des adventices en début de cycle du fait d'une pluviosité excessive
	Cultivar pluvial	4	5	28/09/05	
	Cultivar irrigué	4	5	29/09/05	
Marie Galante	Nuisibilité	2	test	28/09/05	Ces 2 essais ont été abandonnés après leur mise en place en octobre. Une pluviosité excessive s'est traduite par des levées irrégulières et insuffisantes pour justifier des remplacements de manquants (moins de 40% de levée).
	Travail minimum	5	5	04/10/05	

Ces essais font l'objet de mesures de croissance et de tallage régulières. Aucune mesure spécifique ayant trait au stress hydrique n'a pu être développée compte tenu des excès pluviométriques permanents depuis 2004.

Des recherches bibliographiques sur les usages autres que le sucre de la culture. Une note sur les biocarburants a été rédigée en collaboration avec l'ADEME.

ANNEXES

I. Caractéristiques agronomiques des sols vertiques de la Guadeloupe

Synthèse partielle (algorithmes et courbes de retrait à compléter)**Auteur :** Denis Pouzet**Date :** Août 2005**AVANT PROPOS**

Cette brève synthèse bibliographique du fonctionnement hydrique des vertisols de la zone Caraïbe repose sur les travaux de recherches développés par l'INRA en Guadeloupe depuis les années 1990. Elle est destinée à faire le point des connaissances acquises pour élaborer un nouveau programme d'agronomie⁴ et raisonner les itinéraires techniques sur des bases mécanistes. Elle a aussi pour objectif de fournir à l'équipe de modélisation de l'UPR5 les informations indispensables au développement du modèle de croissance de la canne à sucre MOSICAS. Nous projetons en effet⁵ :

- L'écriture d'un module de bilan hydrique adapté aux vertisols ;
- La prise en compte de l'influence sur la production cannière, des phénomènes d'anoxie fréquents en zone vertique où le drainage est surtout le fait du ruissellement ; et

Nous prévoyons de valider et d'employer les résultats de ce travail dans le cadre du programme agronomique 'système cannier en condition pluviale sèche' qui débute en Guadeloupe ; ainsi que dans les situations vertiques où l'UPR5 intervient (Soudan et Maroc) où projette d'intervenir comme (Cuba, Saint Domingue et la Barbade). Ce travail présente aussi un intérêt pour la Côte Ouest de La Réunion. Les sols formés dans les parties à faible pente sous climat hydrique déficitaire y sont en effet de type vertique⁶. Leur mise en culture cannière irriguée est en cours (basculement des eaux de la Côte Est).

Les références bibliographiques prises en compte concernent surtout la zone Caraïbe, la canne à sucre et la prairie naturelle (*Digitaria decumbens*) pure ou associée dans un schéma agroforestier (*Gliricidia sepium*). Le fonctionnement agronomique est celui de vertisols calciques et magnésio sodiques.

⁴ Renforcement de la production cannière en zone pluviale sèche caractérisée par des sols vertiques.

⁵ Ecriture en FORTRAN. La traduction des principaux termes techniques est donnée en italique pour faciliter l'écriture de la version anglaise.

⁶ Souvent non identifiés dans la carte morphopédologique de Raunet en raison d'une trop petite échelle (1/50000^{ème})

I. FONCTIONNEMENT DES SOLS VERTIQUES

Caractérisation

Les sols vertiques (à argile gonflante)⁷ étudiés sont des chromic vertisol (FAO-UNESCO, 1974) aussi classés dans le système américain (U.S. Soil taxonomy) comme udic chromustert (Cabidoche et Ozier-Lafontaine, 1995). Développés sur du calcaire corallien (récifs soulevés), ils contiennent plus de 80% d'argiles dont 70% de beidellite. En Guadeloupe, leur CEC est saturée en calcium. On trouve aussi en Martinique du magnésium et surtout du sodium échangeable, ce qui les rend moins cohérents et plus dispersibles (Cabidoche et *al*, 2000 ; Dulorme et *al*, 2004).

Ces sols sont répartis le plus souvent⁸ dans des paysages légèrement ondulés, selon une variation continue de leurs deux principaux constituants (argile et calcaire). Les parties convexes et à forte pente correspondent à des sols peu épais et caillouteux. Les parties concaves et à faible pente contiennent des sols profonds très argileux (Cabidoche, 1986). L'auteur propose une typologie arbitraire⁹ en 3 classes avec des sols calcimorphes à tendance vertique sur les croupes, des vertisols à hydromorphie temporaire dans les fonds et des vertisols sans hydromorphie dans les parties intermédiaires.

Le contenu moyen en eau de ces sols varie de 0.3 à 0.55 kg kg⁻¹ (Cabidoche et Ozier-lafontaine, 1995). La réserve hydrique est proportionnelle à leur profondeur, qui peut être reliée aux ondulations du paysage (communication personnelle Y.-M. Cabidoche). Selon l'auteur, les vertisols sans cailloux ont une RFU moyenne de l'ordre de 70 à 80 mm m⁻¹ alors que la réserve totale (RU) est de 170 mm m⁻¹. Avec la présence de cailloux, assez générale à Marie Galante, la RFU est des deux tiers (45 à 53 mm m⁻¹) pour une RU divisée par deux (85 mm m⁻¹)¹⁰.

Fonctionnement hydrique

Spécificités

Les deux principales caractéristiques des vertisols sont la déformabilité liées au niveau d'hydratation et la très faible conductivité hydraulique.

Les variations de volume peuvent provoquer des variations de hauteur de l'ordre de 10% et l'apparition d'entrées d'air sous forme de fentes de retraits dont le positionnement est aléatoire. Ces propriétés s'opposent aux méthodes habituelles d'évaluation du contenu d'eau. Les mesures directes (gravimétriques) posent un problème volumétrique. L'identification de couches d'épaisseur n'est pas possible sans la présence de marqueurs physiques localisés à la base et au sommet de la couche. (Cabidoche et Ozier-Lafontaine, 1995). Les mesures indirectes (sonde à neutron, tensiomètres, TDR...) ne fonctionnent qu'en l'absence de fissuration. Elles décrochent du fait des entrées d'air qui sont le plus souvent amorcées par les capteurs.

La conductivité hydraulique des vertisols échantillonnés est très faible. Elle est inférieure à 10⁻³ m jour⁻¹ (Ozier-Lafontaine et Cabidoche, 1995). Sa mesure par rapport à un référentiel géométrique¹¹ (Ruy et Cabidoche, 1998) réalisée sur une couche non remaniée de 70-90 cm se situe dans l'intervalle 1 [e⁻¹¹ - e⁻⁴] cmh⁻¹ pour un gradient hydrique de 0.44 à 0.57 m³m⁻³ (Cabidoche et *al*, 2000). Les principales conséquences sont :

1. Une forte hétérogénéité spatiale de la répartition de l'eau en profondeur, avec des alternances de volumes secs et humides sur des mailles de 0.5 à 1 m (Jaillard et

⁷ Abondance de smectites

⁸ Surtout sur les récifs soulevés les plus récents.

⁹ Variation continue de proportion entre les 2 constituants entre les extrêmes calcaire et argileux.

¹⁰ Les cailloux jouent de fait un rôle positif dans la porosité utile.

¹¹ Mesurée par rapport à un solide qui se déplace.

Cabidoche, 1984). Ce phénomène est lié au processus d'alimentation hydrique des couches profondes par les fentes de retrait. La très faible conductivité hydraulique des argiles limite la diffusion au proche voisinage des fentes et rend cette hétérogénéité durable. Par ailleurs, le micro relief conduit au remplissage préférentiel des entrées d'air les plus basses (Cabidoche et Ozier-Lafontaine, 1995).

2. Des phases d'anoxie temporaire, préjudiciables à la croissance des plantes¹² dans le cas des vertisols profonds. La fermeture des macro-fissures par gonflement s'oppose au drainage, lorsque les fentes n'atteignent pas le socle calcaire sous jacent.
3. Un risque élevé d'anoxie en cas d'irrigation même très légèrement excessive et donc un contrôle technique délicat de l'irrigation.
4. Des variations de la réserve hydrique attribuable en quasi-totalité à la consommation de la culture (drainage réduit). Pour ce dernier point, des sols nus protégés de l'évaporation par le mulch de microfissures qui se forme naturellement en surface ont des pertes d'eau matricielle faible en surface et quasi nulles en profondeur (Cabidoche et al, 2000). Les plantes apparaissent ainsi comme le seul moteur de déformation des sols au travers de leur alimentation hydrique par les racines (Richie et Burnett, 1971)¹³.
5. Une profondeur des fentes de retrait correspondant, pour les raisons précédentes, à celle des racines actives de la culture.
6. Une difficulté d'accès à l'eau matricielle pour les cultures à faible densité d'enracinement où en phase d'installation (canne plantée).

Les transferts hydriques

La modélisation du bilan hydrique des vertisols est basé sur une simplification en trois compartiments déformables du système de porosité (Cabidoche et Ozier-Lafontaine, 1995, Cabidoche et al, 2000) :

1. Un compartiment matriciel correspondant à des pores de 0.1 à 1 μm , qui commandent les variations de volume du sol (gonflement, retrait). Son volume varie avec la disposition de l'argile et les déformations liées aux variations d'hydratation. Ce compartiment est toujours saturé en eau. Il constitue un réservoir hydrique peu disponible pour la plante¹⁴;
2. Le compartiment structural constitué des vides entre les argiles. Il provient de l'activité biotique du sol (racines, vers de terre, actinomycètes....). Les pores dont la taille varie de 10 μm à 1 mm sont tubulaires en profondeur et constitués de microfissures en surface. Ils dépendent du type d'exploitation (travail du sol, gestion des résidus, nature de la culture, rotations, irrigation...) qui régit le tassement, l'activité biologique (teneur en carbone). Les effets seront fonction de la cohésion des argiles (Na). Ce compartiment correspond à la réserve facilement utilisable pour les plantes¹⁵;
3. Des fentes de retrait correspondant à une porosité macro-fissurale. Leur largeur peut être décimétrique pour une profondeur métrique en saison sèche. Elles sont créées par le retrait matriciel. Elles jouent un rôle dans l'oxygénation et l'infiltration de l'eau, mais sont sans effet sur la réserve hydrique du sol.

Lors de phases de vidange, le compartiment structural se vide en premier, avec des phénomènes de retrait limités. Vient ensuite le compartiment matriciel qui se rétracte de manière équivalente au volume d'eau perdu, jusqu'à la limite d'extraction de l'eau par la plante. Les mesures réalisées par Cabidoche et Ozier-Lafontaine (1995) montrent que la porosité structurale, alors vidée de son eau, se rétracte proportionnellement au compartiment matriciel. Le passage à la réserve matricielle, peu accessible aux racines

¹² Des contacts sont en cours avec l'INRA/Guadeloupe pour transférer dans MOSICAS les algorithmes d'anoxie employé dans STICS : il est en effet probable qu'une partie des contraintes de production attribuées à la sécheresse puisse provenir d'excès d'eau.

¹³ Il serait intéressant de quantifier l'évolution de la surface spécifique d'échange air-sol en fonction du développement des fentes de retrait à partir de l'entrée d'air. Celle-ci pourrait accroître la vitesse des phénomènes d'évaporation et de réhydratation malgré la faible conductivité. Cet aspect n'est pas abordé dans la bibliographie que nous avons consulté.

¹⁴ RDU (EAR : easily available reserve)

¹⁵ RFU (LAR : low available reserve)

marque le début de stress hydrique de la culture (canne à sucre). Le retrait matriciel tridimensionnel est considéré par Cabidoche et Ozier-Lafontaine (1995) comme étant (1) équi-dimensionnel (égalité des composantes horizontales et verticales de variations de volume du sol) et (2) produit en l'absence d'ouverture de fentes horizontales. Il est donc compensé dans ses dimensions *xy* par l'apparition des entrées d'air (fentes de retraits verticales) et en *z* par une variation d'épaisseur du sol. Ces propriétés ont été mises à profit par les auteurs pour développer un dispositif de mesure de l'eau matricielle à l'aide d'un transducteur d'épaisseur de sol THERESA¹⁶. Les mesures de réserve hydrique du sol (Ozier-Lafontaine et Cabidoche, 1995) montrent que la précision de la mesure passe de plus de 20% lorsque l'on considère l'épaisseur du col comme constant à 4% lorsque l'épaisseur est prise en compte.

Lors des phases de réhydratation, l'eau distribuée par le compartiment macro-fissural ne modifie pas la réserve utile : Ce compartiment alimente le compartiment matriciel qui gonfle et referme les fissures. Il contribue cependant à l'oxygénation des horizons profonds.

Les essais au champ (Cabidoche et Ozier-Lafontaine, 1995 ; Ozier-Lafontaine et Cabidoche, 1995), indiquent pour les sols argileux (sans cailloux calcaire) une réserve hydrique totale sous canne à sucre de l'ordre de 150 mm et un décrochage net de la croissance marquant le début d'utilisation de la réserve matricielle lorsqu'il reste environ 50 mm.

La porosité

Une typologie de la porosité structurale (Cabidoche et al, 2000) a été établie à l'aide de moulages par une résine hydrophobe fluorescente aux U.V. (Cabidoche et Guillaume, 1998). Elle renseigne sur la dynamique porale et donc sur les moyens d'améliorer la réserve hydrique utile. Les auteurs distinguent une dizaine de formes de pores classées en trois groupes selon leur origine biotique :

1. Des objets à forte élongation dont les plus gros proviennent d'anciennes racines ou de vers de terre (macro tubulaire) et les plus petits (micro tubulaire) sont des filaments mycéliens interconnectés d'actinomycètes (origine biologique) ;
2. Des objets de formes variées résultant de l'agrégation et de la micro agrégation liée à l'activité biologique. Ils forment un réseau régulier de taille fine (dérivé des terricules de vers), ou lorsqu'ils proviennent de la flore bactérienne ou d'arrangements organo métallique avec débris organiques, ils forment des plans gaufrés qui résistent à la fermeture totale lors du gonflement formant ainsi un réservoir rémanent.
3. Des objets de forme polyédrique à assemblage cellulaire, qui n'apparaissent qu'après une dessiccation matricielle significative. Ils sont attribués par les auteurs aux fissurations d'origine mécanique.

La disponibilité en eau de sols remaniés (Cabidoche et al, 2000) est supérieure pour une porosité structurale d'origine biologique qu'après des pétrissages simulant un excès de travaux du sol en humide et des irrigations trop importantes. La porosité biologique fait alors place à une porosité d'origine mécanique moins stable. Dans le premier cas, les compartiments structuraux et matriciels sont relativement indépendants lors des phases d'hydratation et de déshydratation. Il n'en est pas de même dans le second où une dessiccation précoce de la matrice apparaît parallèlement à celle du compartiment structural.

Le travail du sol, même intensif, améliore la porosité inter-agrégats mais réduit la porosité intra agrégats. Ces deux phénomènes se compensent, parfois au profit d'une amélioration globale, lorsque les argiles sont stables (Guadeloupe). Il n'en est pas de même pour les argiles magnésio sodiques de la Martinique où les deux types de porosité sont affectés.

Les espaces inter-agrégats provenant du travail du sol sont d'autant plus rapidement colmatés que les argiles ont une moindre cohésion.

Les architectures porales à filaments, liées notamment à la prolifération des actinomycètes, donnent une porosité tubulaire stable en profondeur. Ce phénomène dépend de la cohésion des argiles.

¹⁶ T.H.E.R.E.S.A = Transfert Hydriques Evalués par le REtrait des Sol Argileux (water flow evaluated through the shrinkage of clay soils). Dispositif de mesure imaginé par les auteurs et fabriqué sous licence INRA en Guadeloupe pour piloter l'irrigation.

La stabilité temporelle de la porosité tubulaire fine est significativement restreinte par l'hydromorphie dont l'anoxie résultante limite le développement mycélien voir mycorhizien en profondeur.

Contrairement à ce que l'on observe généralement dans la plupart des sols, la richesse organique des vertisols est sans effet marqué sur la conductivité hydraulique. L'augmentation de porosité liée aux agrégats est en effet annulée par la prolifération de vers de terre, qui contribuent à réduire la porosité en pétrissant le milieu.

Conséquences

Gestion technique

Les différents liens entre itinéraires techniques, caractéristiques physico-chimiques des sols et porosité sont synthétisés sous forme de schéma pour différents types d'exploitations par Cabidoche et al. (2000).

Les sols vertiques exploités en canne à sucre souffrent actuellement d'un excès de travail du sol¹⁷ lors des plantations. La monoculture est en outre préjudiciable à la porosité comme à la fertilité¹⁸. Enfin, lorsque l'accès à l'eau est possible, les irrigations sont difficiles à gérer et souvent excessives¹⁹. Baisse de disponibilité en eau structurale liée à l'effet mécanique des travaux du sol et à la baisse de l'activité biologique qu'ils provoquent. Ces itinéraires techniques conduisent à une intervention plus précoce du compartiment matriciel dans l'alimentation de la culture. Il en résulte notamment une diminution plus rapide de la croissance en période sèche. Ces phénomènes sont d'autant plus marqués que les argiles sont dispersibles (colmatage).

Les auteurs soulignent pour la production cannière, les actions bénéfiques d'un travail léger et non pétrissant du sol, d'une irrigation raisonnée et d'une rotation notamment avec les prairies sur la réserve structurale.

La teneur en carbone du sol apparaît comme un indicateur robuste de l'état de la porosité structurale (Cabidoche et al, 2000) avec :

- pour les sols très riches en carbone ($[C] > 45$ à 50 g kg^{-1}) la porosité est affectée par l'accroissement des vers de terre (pétrissage) ainsi que par une baisse d'activité des actinomycètes ; et
- pour les sols pauvres ($[C] < 30 \text{ g kg}^{-1}$) une réduction globale de la porosité d'origine biologique.

La porosité structurale est maximum entre les deux valeurs qui sont associées à un optimum de l'activité biologique positive.

En conséquence, si l'irrigation peut être retardée par rapport au retrait matriciel pour les valeurs intermédiaires en carbone, il est nécessaire de la déclencher dès le moindre retrait dans les situations extrêmes.

Autre conséquence, les itinéraires techniques dits 'durables' qui privilégient le statut organique du sol présentent un intérêt évident pour améliorer un sol déficient. Ils sont sans intérêt sur sol riche où ils risquent de conduire à une réduction du compartiment structural au profit du matriciel.

Types de sol

Les sols argileux épais ($> 70 \text{ cm}$) ont une réserve utile importante pour la canne à sucre mais sont asphyxiants en saison humide. Ils justifient notamment :

- l'adjonction d'un module d'anoxie au modèle de croissance MOSICAS pour faire la part de la sécheresse et de l'excès d'eau dans l'élaboration du rendement ;

¹⁷ Généralement 2 labours, une ou 2 reprises, un sillonnage et un recouvrement post plantation manuelle. Une telle séquence réalisée par des CUMA et ETA ne peut être calée dans des conditions optimales d'humidité du sol.

¹⁸ Les travaux australiens mettent en évidence les effets négatifs de la monoculture sur la biologie des sols et leur évolution chimique

¹⁹ Les sols vertiques nécessitent des irrigations raisonnées permettant un début de consommation de l'eau matricielle afin de favoriser l'aération dès la culture installée.

- Des travaux de drainage lorsqu'une évacuation de l'eau est possible pour préserver les parties cultivées ;
- Des plantations de préférence en dehors des périodes les plus humides.
- Un calendrier de mécanisation respectueux de l'état hydrique du sol pour limiter les risques de dessouchage et de défoncement.

Les sols argileux moins épais (< 70 cm) ont une réserve utile acceptable, mais ne présentent pas de caractère asphyxiant car l'eau est drainée par le calcaire sous jacent aisément atteint par les racines fonctionnelles de la canne à sucre (profondeur des fentes de retrait).

Les sols caillouteux ont une réserve utile limitée mais ne présentent jamais de problèmes d'excès d'eau. Ils auront par contre un faible potentiel cannier en cas de sécheresse même partielle.

Les pratiques culturales susceptibles d'améliorer l'alimentation hydrique (mulch de résidus de récolte, travail minimum du sol...) sont à privilégier sur ces deux derniers types de sol.

Réserve hydrique

Une cartographie indiquant la profondeur des sols vertiques, basée sur les relations modelé/profondeur indiquées par Y.-M. Cabidoche est en cours²⁰. Le modelé est apprécié par un MNT²¹ à 5m. Ces cartes seront utilisées pour paramétrer le modèle MOSICAS en pluvial. Cette approche présente cependant des limites. A l'imprécision des relations entre la pente, la forme et la profondeur s'ajoute celle du MNT. Celui-ci est basé sur une analyse stéréoscopique de la couverture du sol à partir de photographies aériennes. Or, les écarts entre les zones basses et hautes sont fortement atténués par l'état de la couverture végétale cannière au moment de la prise de vue. Le couvert sera en effet d'autant plus haut que l'on s'approche de la période de récolte sur les sols profonds des parties concaves, alors qu'il sera réduit dans les zones convexes. Il en résulte pour les couverts canniers développés une atténuation marquée du relief.

La cartographie à grande échelle de ces caractéristiques (répartition argile/calcaire et profondeur), requise pour une approche parcellaire de la production à été « automatisée » par des méthodes électriques, basées sur l'écart important de résistivité des deux composantes du sol (Cabidoche, 1986). La méthode est applicable en l'absence de fente de retrait sur sol humide. L'intérêt méthodologique par rapport au sondage à la tarière est la rapidité et une meilleure précision sur sol à forte teneur en cailloux (profondeurs exploitables par les racines inaccessibles à la tarière. Cette méthode s'applique à tout mélange de composantes dont la résistivité est très contrastée. Le dispositif doit alors être préalablement calibré en mesurant les variations de résistivité des matériaux en fonction de l'écartement entre les électrodes. L'écart optimum est celui qui permet de discriminer le mieux les courbes de chaque composant du sol. Il est de 2 m pour les vertisols calcimorphes de la Guadeloupe.

II. EVALUATION DE L'EAU MATRICIELLE

Introduction

L'évaluation des réserves matricielles des différentes couches de sol par le transducteur THERESA a été mise au point pour gérer l'irrigation. La méthode présente un intérêt pour la recherche et plus particulièrement la modélisation. Elle permet en effet de déterminer le moment où la réserve hydrique du compartiment structural est épuisée. L'état hydrique du sol devient alors critique pour la croissance du couvert qui s'infléchit.

Le transducteur d'épaisseur n'est utilisable que sur des sols vertiques pur ou à faible teneur en cailloux. Il doit être implanté en période humide pour être correctement arrimés aux niveaux de sol choisis. Son déplacement annuel est recommandé pour éviter que sa présence favorise l'ouverture de fentes de retrait.

²⁰ Travail entrepris par le BRGM à la demande de la DIREN qui sera achevé début 2005 pour la Grande Terre et fin 2005 pour Marie Galante.

²¹ Modèle Numérique de Terrain (raster)

Hypothèses

La relation entre l'épaisseur d'une couche de sol et sa réserve matricielle repose sur plusieurs hypothèses évoquées dans le précédent chapitre, qui sont globalement confirmées par les résultats expérimentaux :

- Retrait equidimensionnel (égalité des composantes horizontales et verticales de variation de volume du sol) ;
- Absence de fissures horizontales lors du processus de retrait qui est entièrement lié à la variation d'épaisseur (volume V proportionnel à la variation d'épaisseur e soit $V / e = \text{cste}$) ;
- Variation du Le volume des vides correspondant à la porosité structurale proportionnelle aux mouvements de la matrice argileuse.

Equations

Les équations qui relient la réserve du compartiment matricielle à l'épaisseur (Cabidoche et Ozier-Lafontaine, 1995 ; Ozier-Lafontaine et Cabidoche, 1995) ont été validées par les auteurs pour les vertisols de la Guadeloupe. La quantité d'eau matricielle stockée (*matric water storage*) par le sol, est estimée à l'aide du transducteur d'épaisseur de sol THERESA, pour une couche (*layer*) d'épaisseur déterminée (distance entre les points d'ancrage haut et bas du transducteur), le jour t , par les 2 équations suivantes :

$$Sm(t) = Wm(t) \times \frac{e^{AE}}{V^{AE} \rho_w} \quad (1)$$

$$Wm(t) = (W^{AE} + V_s \rho_w) \times \left(\frac{e(t)}{e^{AE}} \right) - V_s \rho_w \quad (2)$$

Ou :	$Sm(t)$	Quantité d'eau matricielle stockée pour une couche le jour t	(m)
	$Wm(t)$	Contenu en eau matricielle le jour t	(mg mg ⁻¹)
	e^{AE}	Epaisseur de la couche de sol à l'ouverture des fentes	(m)
	V^{AE}	Volume spécifique du sol à l'ouverture des fentes	(m ³ mg ⁻¹)
	W^{AE}	Contenu en eau gravimétrique à l'ouverture des fentes	(mg mg ⁻¹)
	V_s	Volume spécifique du sol	(m ³ mg ⁻¹)
	ρ_w	Densité de l'eau	(mg mg ³)
	$e(t)$	Epaisseur de la couche de sol le jour t	(m)

L'exposant AE des variables correspond à l'état du sol au début de l'ouverture des fentes de retrait (*air entry point for cracks*).

Paramètres des équations

Le volume spécifique de la porosité structurale est le volume occupé par l'air lorsque la culture ne dispose plus que de la réserve matricielle (fin de phase de retrait normal). Il est estimé par (1) le volume de l'échantillons (volume après ensachage sous vide pour les gros échantillons ou par immersion dans du pétrole pour les plus petits) (2) la teneur en eau et (3) sa densité solide (picnometrie à l'eau).

La valeur du paramètre e^{AE} dépend de l'humidité du sol au moment de l'appareillage de la couche étudiée avec le transducteur.

La densité de l'eau (ρ_w) est considérée comme égale à 1.

Les valeurs de ν^{AE} ont été estimées expérimentalement (a).
Les paramètres W^{AE} , e^{AE} et ν_s sont évalués à partir des courbes de retrait (*shrinkage curve*) de la couche de sol instrumentée. En l'absence de mesures spécifiques, les valeurs par défaut retenues sont une moyenne arrondie de celles citées dans les études de l'INRA pour les 2 vertisols type échantillonnés dans le Nord Grande Terre :

ν^{AE}		$(m^3\ mg^{-1})$
W^{AE}	0.50 pour la couche superficielle (0-40 cm), 0.40 en dessous	$(mg\ mg^{-1})$
ν_s	0.374 dans les 40 cm superficiels et 0.370 en dessous	$(m^3\ mg^{-1})$

BIBLIOGRAPHIE

- Ritchie, J.T., Burnett, E., 1971. Dryland evaporative flux in sub-humid climate. II Plant influence. *Agronomy Journal*, 63 : 56-61.
- Jaillard, B., Cabidoche, Y.M., 1984. Dynamique de l'eau dans un sol argileux gonflant I. Dynamique hydrique. *Science du sol*, 3 :239-251.
- Cabidoche, Y.M., 1986. Distribution des sols à argiles gonflantes sur calcaires récifaux (zone caraïbe). Utilisation de mesures de résistivité électrique. Sol et Eau. In Actes du séminaire de la Havane. 8-20 Avril 1985. Edition de l'ORSTOM, Collection Colloques et Seminaires. Paris. Pages 187-219.
- Cabidoche, Y.M., Ozier-Lafontaine, H., 1995. THERESA. I. Matric water content measurements through thickness variations in vertisols. *Agric. Water Manage.* 28 :133-147.
- Ozier-Lafontaine, H., Cabidoche, Y.M., 1995. THERESA. II. Thickness variations of vertisols for indicating water status in soil and plant. *Agric. Water Manage.* 28 : 149-161.
- Cabidoche, Y.-M., Guillaume, P., 1998. A casting method for the three-dimensional analysis of the intraprism structural pores in vertisols. *European Journal of Soil Science*, June 1998, 49 : 187-196.
- Guillaume, P., 1998. Analyse tridimensionnelle directe de la porosité structurale de vertisols. Relations entre formes et fonctionnement hydrique. Thèse de sciences du sol, Montpellier, ENSAM. 141 p
- Ruy, S., Cabidoche, Y.-M., 1998. Matric unsaturated conductivity of a vertisols : a field and laboratory comparison. *European Journal of Soil Science*, 49, pp. 175-185.
- Cabidoche, Y.-M., Guillaume, P., Hartmann, C., Ruy, S., Blanchard, E., Albretch, A., Mahieu, M., Achouak, W., Heulin, T., Villemin, G., Watteau, F., Bellier, G. 2000. Déterminants biologiques du système poral de vertisols cultivés (Petites Antilles). Conséquence sur la disponibilité de l'eau des sols pour les plantes. *Etude et Gestion des Sols*, 7, 4, 2000 – numéro special – pages 329 à 352.
- Dulorme, M., Sierra, J., Bonhomme, R., Cabidoche, Y.M., 2004. Seasonal changes in tree-grass complementarity and competition for water in a subhumid tropical silvopastoral system. *Europ. J. Agronomy* 21 (2004) : 311-322.

ANNEXES

II. Protocoles des mesures expérimentales

Saint Denis le 15/06/2005

Denis Pouzet, agronome système cannier.

MESURES EXPERIMENTALES

Avant propos

Ce rapport est une synthèse des réunions conduites avec J-F. Martiné sur l'expérimentation agronomique prévue en Guadeloupe dans le cadre du DOCUP 2005-2006. Le but était d'adapter les mesures prévues sur les essais et les tests aux besoins des modèles de croissance développés à La Réunion.

Rappel de la programmation prévisionnelle

1. Expérimentation

Essai	traitements	rep	Lieu	Début	Canne	Cultivar
Résidus	Résidus (0,1)*désherbage (0j- ; 60j- ; aucun)	5	Godet	Aout	Repousse	B80689
Ecartement	interligne 1.2 ; 1.4 ; 1.6 ; 1.8 m	5	Godet	Sept	Vierge	B80689 ou R570
Cultivar P	R570, R579, B 80689 et B 69566	5	Godet	Sept	Vierge	Traitement
Cultivar I	Idem pluvial	5	Godet	Sept	Vierge	
Nuisibilité	Désherbage 0j- ; 30j- ; 60j- ; 90j- ; aucun)	5	Vidon	Aout	Vierge	A déterminer

2. Calage de l'indice foliaire

Calage des mesures de porosité et d'absorption sur plusieurs cultivars (à déterminer) par estimation de l'indice foliaire (à réaliser sur des parcelles de production).

3. Vulgarisation (parcelles de production)

Test	Traitements	Lieu	Nombre	Début
Interligne	1.40 et usuel (norme : 1.65 m)	Marie Galante	2	2005
Travail minimum	Usuel (labours) et minimum	Guadeloupe	6	
		Marie Galante	2	

4. Démonstrations

Démonstrations d'utilisation de buses bas volume pour le désherbage chimique. Travail conduit avec le CTICS à Marie Galante en manuel et en Basse terre en mécanique. Visite des responsables de CUMA et d'ETA.

Synthèse des propositions de suivi expérimental

Dispositif	Tallage	Crois.	Biomasse	Poros. et absorb.	Temp/Fluoro. si sécheresse	Brix	IF
Essai	Résidus	X	X		X	X	
	Ecartement	X	X		X	X	
	Cultivar P	X	X	B69566 Et R579	X	X	X
	Cultivar I	X	X		X	X	X
	Nuisibilité	X	X		X	X	
Calage	Poro./absorb.				X		X
Tests	Ecartement	2 + rec			2 max		
	Travail mini	2 + r ec			2 max		

Les protocoles des mesures envisagées (réalisation liée aux moyens humains qui pourront être dégagés) sont développés dans les pages suivantes.

MESURES DE TALLAGE

Avant propos

Mesures portant sur l'un des paramètres essentiels de caractérisation des couverts. Il s'agit de mesures semi destructives si les talles mortes comptées sont éliminées pour faciliter les comptages suivants.

Echantillonnage

Zones de 3 m piquetée au centre du traitement pour les essais avec 5 répétitions

Mesures à effectuer

1. Comptage des talles vivantes et des tiges mortes
2. Elimination systématique des tiges mortes après comptage (sauf mesures absorption / porosité)
3. Comptage à la récolte des tiges usinables (> 50 cm), des tiges inférieures à 50 cm vertes (baba, jeunes repousses) et des tiges mortes.

Calendrier de mesure

1. Première mesure dès l'apparition des premières feuilles ou des premières tiges
2. Comptage toutes les 3 semaines
3. Arrêt de comptage lorsque le nombre de talles vivantes (vertes) commencent à diminuer
4. Dernier comptage effectué à la récolte.

Tableau type de saisie Au cours du cycle

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

N° parcelle	Trait	Rep.	Nb tige verte	Nb tige morte
1				
2				
etc				

1. Saisir des informations sur Excel après chaque date de mesure
2. Calcul du nombre total de talles (vertes, mortes et verte + morte) par traitement.
3. Le dernier comptage à 3 semaines sera effectué lorsque le nombre de talles vivantes (vertes) commencera à diminuer pour l'ensemble des traitements (poursuivre le comptage sur l'ensemble des traitements tant que le nombre de talle ne décroît pas sur un seul des traitements.

A la récolte

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

N° parcelle	Trait	Rep.	Nb tige usinable	Nb tige verte Non usinable	Nb tige morte
1					
2					
Etc					

MESURES DE CROISSANCE

Avant propos

Ces mesures seront réalisées sur des tiges localisées dans la zone de comptage des talles. Elles concernent la croissance des tiges primaires et de la feuille TVD ainsi que la vitesse d'apparition des feuilles.

Echantillonnage

Les mesures sont réalisées sur 6 tiges primaires prises parmi celles qui ont dépassées 50 cm dans la bande de 3 m piquetée pour le tallage (30 tiges par traitement). Les tiges choisies sont étiquetées, numérotées (de 1 à 30) et le point d'origine des mesures de hauteur est matérialisé par un piquet au sol.

Mesures à effectuer

Les tiges observées qui meurent ne sont pas remplacées et les données antérieures ne sont pas conservées : seul sont pris en compte les données de croissance des tiges qui ont pu être suivies de la première mesure à la récolte. Pour chaque tige échantillonnée, mesure de :

- La hauteur entre le piquet au sol et le TVD ;
- La longueur et de la largeur de la feuille TVD
- Le nombre de feuilles apparues.

Pour le nombre de feuille, mise en place lors de la première mesure de croissance d'une étiquette juste au dessus de la feuille TVD et comptage des feuilles totales jusqu'au TVD. Comptage, le passage suivant, du nombre de feuilles entre l'étiquette et la nouvelle feuille TVD. Déplacement de l'étiquette au dessus de cette nouvelle feuille.

Calendrier de mesure

1. Première série de mesures dès que 5 tiges ont dépassé une hauteur du TVD de 50 cm. L'estimation sera réalisée à l'aide d'une baguette de 50 cm à l'occasion des comptages de talles. La première mesure pourra être différée de 7 à 10 jours pour permettre la mise en place des piquets et des étiquettes.
2. Séries de mesures toutes les 3 semaines en même temps que le tallage.
3. Arrêt des mesures dès que la hauteur moyenne sous TVD aura atteint 2 m pour tous les traitements (indépendamment des dates d'arrêt des mesures de tallages).
4. Arrêt des mesures de croissance foliaire (indépendamment de la hauteur) dès que la longueur moyenne des feuilles sera stabilisée pour tous les traitements.
5. Passage tous les mois dans la parcelle pour contrôler l'étiquetage et le maintenir visible.
6. Dernière mesure effectuée juste avant la récolte :
 - a. Hauteur sous TVD ;
 - b. Estimation du nombre de feuilles apparues depuis l'arrêt des mesures.
 - c. Poids frais de la tige ;
 - d. Richesse (voir protocole suivant)

Tableau type de saisie

Etablir pour le première date un tableau des 30 tiges avec le nombre de feuilles jusqu'au TVD.

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

N° parcelle	Trait	Rep.	N° tige	Tige	Feuille TVD		
				hauteur	Longueur	largeur	Nombre Au dessus
1							
2							
Etc							

1. Saisir des informations sur Excel après chaque date de mesure
2. Calcul par traitement de la hauteur moyenne des tiges et de la longueur moyenne des feuilles TVD pour programmer les séries de mesures suivantes.

BIOMASSE DES CULTIVARS POUR LE MODELE

Avant propos

Ces mesures destructives sont destinées à caler de nouveaux cultivars pour le modèle de croissance MOSICAS

Echantillonnage

Récolte d'une bande de 3 m répétée 5 fois pour chaque cultivar à caler.

Mesures à effectuer

1. Comptage des talles vivant et mort
2. Collecte de l'ensemble des tiges mortes et de l'ensemble des feuilles mortes au sol provenant de la zone échantillonnée (au sol ou sur des tiges vivantes). Les limbes > ½ desséchés sont comptabilisés comme matière morte en totalisé. Poids frais et sous échantillonnage étuvé pour la matière sèche.
3. Collecte des limbes verts demi à complètement déroulés et moins que ½ desséchés. Poids frais et sous échantillonnage étuvé pour la matière sèche.
4. Récolte du restant avec :
 - a. Regroupement des gaines et des bouts blancs. Poids frais et sous échantillonnage étuvé pour la matière sèche.
 - b. Collecte du reste, constitué par les tiges usinables. Poids frais et sous échantillonnage étuvé pour la matière sèche du reste.

Les matières sèches correspondent à un étuvage de la biomasse à 85°C pendant 48 heures. Les tiges usinables à la récolte doivent être préalablement broyées pour un étuvage efficient.

Calendrier de mesure

1. Première série de mesures une quinzaine de jours après que les tiges primaires des bandes de prélèvement aient atteint une hauteur du TVD de 50 cm.
2. Dernière mesure à la récolte
3. Deux mesures intermédiaires programmées de manière à ce que des intervalles de temps équivalent séparent les 4 mesures.

Tableau type de saisie

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

Cultivar	Rep	Nb talles vivantes	Nb. talles mortes
	1		
	2		

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

Cultivar	Rep	Nature	Poids frais Total	Poids frais sous échantillon	Poids sec sous échantillon
	1	Tige+feuille mortes			
		Limbes verts			
		Gaines et bouts blancs			
		Tiges usinables			
	2	Tige+feuille mortes			
		Limbes verts			

En cas d'insuffisance de place dans les étuves on pourra limiter le sous échantillonnage destiné à l'évaluation de la matière sèche à un seul pris parmi l'une des répétitions.

MESURES DE RICHESSE

Avant propos

Ces mesures destructives sont destinées à la caractérisation de tous les cultivars calés ou non, pour le modèle de croissance MOSICAS. La mise en œuvre de mesures non destructives, par carottage des tiges est envisagée.

Echantillonnage

Prélèvement de 10 tiges par traitement en cours de cycle et des tiges vivantes de l'échantillon croissance à la récolte :

- en cours de cycle de 2 tiges primaires par parcelle, en s'éloignant des zones piquetées de mesures non destructives (tallage, croissance) pour éviter de modifier la structure du couvert.
- A la récolte l'échantillonnage portera sur l'ensemble des tiges résiduelles (non mortes) numérotées de 1 à 30 pour les mesures de croissance (échantillon maximum de 30 tiges).

Mesures à effectuer

Trois mesures de Brix par tiges par prélèvement de jus sur les parties proximales médianes et distales :

1. les tiges prélevées sont défeuillées et la partie cassante (bout blanc) est éliminée.
2. La partie centrale des tiers bas moyen et haut de la tige sont marqués à l'aide d'un élastique. La tige est coupée en quatre avec un sécateur au niveau des 3 marques. Le tronçon bas est éliminé.
3. Des gouttes de jus de canne sont déposées à l'aide d'une pince sur la fenêtre de l'appareil de mesure. La mesure est enregistrée dans une table et la goutte essuyée. L'appareil est alors prêt pour une nouvelle mesure.

Calendrier de mesure

1. Premières mesures dès que des tiges usinables sont présentes sur la parcelle (plus de 50 cm de hauteur dans la zone d'échantillonnage).
2. mesures
 - a. synchrone avec les mesures de croissance et de tallage (toutes les 3 semaines)
 - b. Mesures mensuelles à partir du moment où le tallage n'est plus mesuré.
 - c. Dernière mesure juste avant la récolte en utilisant de préférence les tiges numérotées pour les mesures de croissance et en indiquant sur le tableau de saisie le numéro identifiant (de 1 à 30).

Tableau type de saisie

En cours de cycle

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

Parcelle	Trait	Rep	N° Tige	Bas	centre	Haut
1			1			
			2			
2			1			

A la récolte

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

N° de tige échantillonné pour la croissance	Bas	centre	Haut
1 (si vivante)			
30(si vivante			

MESURES DE POROSITE ET D'ABSORPTION

Avant propos

Ces mesures sont destinées d'une part à quantifier la fermeture du couvert et d'autre part à évaluer l'interception de l'énergie photosynthétique active (PAR) par le couvert. Elles permettent aussi de caractériser la structure du couvert lorsque l'indice foliaire est connu.

Echantillonnage

On utilise les bandes de 3 m identifiées pour le tallage. L'élimination des talles mortes au moment des comptages de talles ne sera alors réalisées que lorsque les mesures de porosité et d'absorption seront achevées.

Mesures à effectuer

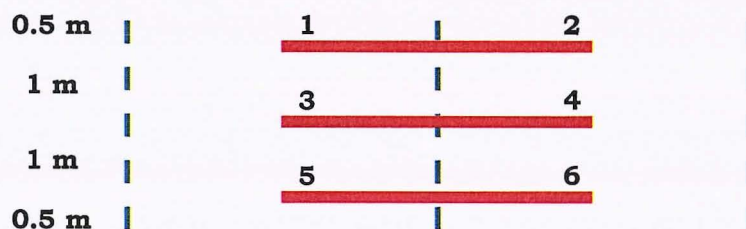
Les mesures seront réalisées soit vers 12 heures (soleil le plus haut possible) soit à une heure convenue fixe (toujours la même heure au même endroit).

Absorption

On utilise le ceptomètre (Accupar LP80) positionné au niveau du sol en évitant tout ombrage d'éventuelles adventices. Les adventices 'visibles' sont soit arrachées soit rabattus temporairement par une planche de servant de support à l'appareil. Le choix dépend du type d'essai (aucun arrachage dans les essais nuisibilité et résidus en dehors des périodes parcelle propre).

La cellule mesurant la lumière PAR incidente est positionnée au dessus du couvert. Les appareils doivent être de niveau.

Les mesures sont prises sur 6 position : deux mesures sont réalisées de part et d'autre de la ligne de 3 m échantillonnée sur 3 positions repérées : centre de la ligne et deux positions à 1 m de part et d'autre du centre (schéma). La règlette de mesure est positionnée perpendiculairement à la ligne pour des plantations à 1.60 (2 mesures de 80 cm). Pour des distances différentes le distance interligne sera couverte sans recouvrement en inclinant la règlette et en faisant éventuellement 3 mesures (il est aussi possible pour des mesures répétées d'ajuster l'appareil en désactivant un nombre adapté de capteur).



Porosité

L'appareil de photo numérique muni du fish eye est positionné horizontalement au niveau du sol dans des conditions d'ombrage comparable à celui décrit pour les mesures d'absorption.. Six photos sont prises par zone de mesure. Elles sont réalisées au centre de l'interligne de part et d'autre de la ligne dans les 3 positions définies pour l'absorption sur la ligne.

Calendrier de mesure

1. Première mesures synchrones avec les premières mesures de tallage ou d'élongation.
2. Mesures toutes les 3 semaines
3. Fin des mesures lorsque la porosité ou de l'énergie PAR absorbées n'évoluent presque plus (3 à 5 mois après la première mesure selon le traitement).

Tableau type de saisie

Les deux appareils enregistrent automatiquement les mesures. Les fichiers textes créés sont transférés et stockés sur PC à la suite de chaque série de mesure. Une copie des fichiers source est immédiatement effectuée dans un répertoire de travail.

CALAGE DE LA POROSITE ET DE L'ABSORPTION

Avant propos

Il s'agit de mesures destructives destinées à établir les relations entre les mesures d'absorption d'énergie lumineuse par le couvert (Accupar LP80) et les mesures de porosité (photographie hémisphérique numérique) avec l'indice foliaire IF

Le principe est (1) d'établir à partir d'un échantillon réduit les relations entre la surface des limbes et leur poids sec (2) de mesurer le poids sec des limbes lors de chaque mesure d'absorption et de porosité et (3) d'en déduire la relation entre absorptions ou porosité et IF

Echantillonnage

Les prélèvements de feuilles concernent la totalité des limbes déroulés des lignes de 3 m piquetées sur des parcelles de production. Les feuilles sont prélevées :

- Pour le ceptmomètre sur la ligne (mesures réalisées de part et d'autre de la ligne).
- Pour la porosité sur les deux lignes de 3 m encadrant la zone centrale de prise de vue.

L'étude portera sur 2 ou 3 des principaux cultivars (B80689, B69566 et R570).

Mesures à effectuer

- Porosité et d'absorption conformément au protocole précédent.
- Longueur et largeur de chaque limbe vert (plus de 1/2 vert) et déroulés sur 2 tiges primaires.
- Matière sèche totale des limbes mesurés pour chaque tige.
- Récolte de la totalité des limbes restant de la zone de 3 m (absorption) ou des 2 zones de 3 m (porosité) et évaluation de la matière sèche totale des limbes.

Les prélèvements correspondent à des feuilles vertes ou >1/2 vertes. Les limbes sont coupés au niveau de la ligule pour les feuilles déroulées et au niveau du début de déroulement pour la ou les quelques feuilles non ligulées. Le poids sec de l'échantillon des limbes est mesuré à l'étuve après 48 heures à 85° C.

Calendrier de mesure

1. Première série de mesures dès que 5 tiges ont dépassée une hauteur du TVD de 50 cm dans les bandes linéaires de 3 m échantillonnées.
2. Les mesures sont réalisées ensuite avec une périodicité de 3 semaines
3. Arrêt des mesures lorsque la porosité ou de l'énergie PAR absorbées n'évoluent presque plus.

Tableau type de saisie

Cultivar: _____ DATE : _____ Nom de l'observateur :

Cultivar	Tige	Long.	Largeur	Long.	Largeur	Long.	Largeur	MStot
	1							
	2							

Cultivar: _____ DATE : _____ Nom de l'observateur :

Cultivar	Prélèvement	Matière sèche totale
	1 (3 m absorption)	
	2 (Seconde ligne de 3 m porosité)	

TEMPERATURE ET FLUORESCENCE DU COUVERT

Avant propos

Ces mesures sont destinées à caractériser l'état hydrique du couvert par évaluation (1) de la température qui renseigne sur l'état des stomates et (2) de la fluorescence qui renseigne sur l'état énergétique du couvert.

Echantillonnage

Les mesures sont réalisées sur :

- 30 feuilles TVD rattachées à des talles primaires sur chaque parcelle pour la température et
- 3 feuilles TVD pour la fluorescence.

Elles concernent la partie centrale du limbe.

Mesures à effectuer

Les mesures seront effectuées vers 12h00. Elles porteront sur des feuilles facilement accessibles par parcelle. Pour chaque feuille :

- 2 mesures thermiques en visant la partie centrale du limbe ; et
- 2 mesures thermiques en visant la gaine de la même feuille.

Positionnement des pinces sur les limbes de chaque feuille à mesurer en fin de matinée.
Mesure de fluorescence sur la partie centrale du limbe

Calendrier de mesure

1. Début des mesures dès que la réserve structurale des sols (RFU) sera épuisée (début de mouvement des THERESA).
2. Fréquence journalière des mesures.
3. Arrêt des mesures à la première pluie.

Tableau type de saisie

Le tableau ne concerne que la température, le thermomètre IR n'étant pas muni d'une mémoire suffisante contrairement au fluoromètre.

Essai : _____ DATE : _____ Nom de l'observateur : _____

Parcelle	Trait	Rep	Feuille	Limbe1	Gaine1	Limbe2	Gaine2
1			1				
			2				
			30				

ANNEXES

III. Protocoles des essais mis en place en 2005

Essais Cultivar**Dispositif**

Deux essais identiques l'un en pluvial et l'autre en irrigué, avec pour chaque essai :
4 traitements

Traitements	1	2	3	4
Cultivar	R570	B 80689	R579	B 69566
Nombre de ligne	9	9	9	9
Largeur m	13.5	13.5	13.5	13.5
Longueur m	10	10	10	10
Surface m ²	135	135	135	135

5 répétitions séparées par des passages de 2 m correspondant à une longueur de 58 m
Largeur totale de 54 m (36 lignes à 1.5 m)

Surface totale par essai : 3132 m²

Implantation de sondes THERESA (3 profondeurs 3 répétitions) sur la partie pluviale pour suivre l'alimentation hydrique des cultivars (essai en pluvial implanté dans la partie haute de la parcelle, près de la clôture).

Mise en place

Sillonnage des deux parcelles à 1.50 m (limitation de l'enherbement, interligne standard pour la modélisation).

Mise en place du dispositif d'irrigation en goutte à goutte sur la parcelle irriguée (achat du matériel par la station, factures réglées par le CIRAD).

Boutures fournies par le CTICS. Mise en place des boutures en procédant cultivar par cultivar et en traitant les deux essais simultanément. Utiliser un poids élevé de bouture pour garantir une levée sans remplacement de manquants.

Fermeture manuelle des sillons suivie immédiatement d'un traitement herbicide sur l'ensemble des deux essais.

Maintien propre de l'essai au cours du cycle pour éviter tout facteur limitant la croissance et le développement qui induiraient des erreurs dans les modèles de croissance.

Mesures expérimentales

Les mesures prises en charge par le CIRAD sont résumées sous forme d'une brochure annexée au protocole. Cet essai sera l'objet de mesures :

- De tallage ;
- De croissance des tiges ;
- De biomasse
- De porosité (photographie hémisphérique) et d'absorption (Ceptomètre accupar);
- De température du couvert et de fluorescence en cas de sécheresse marquée ;

INRA en collaboration avec le CIRAD :

- Mesures régulières de l'enracinement (fréquence à préciser).

Les 4 prélèvements de biomasse doivent être réalisés dans 4 localisations les plus éloignées possible de chaque parcelle (voir schéma).

Mise en place

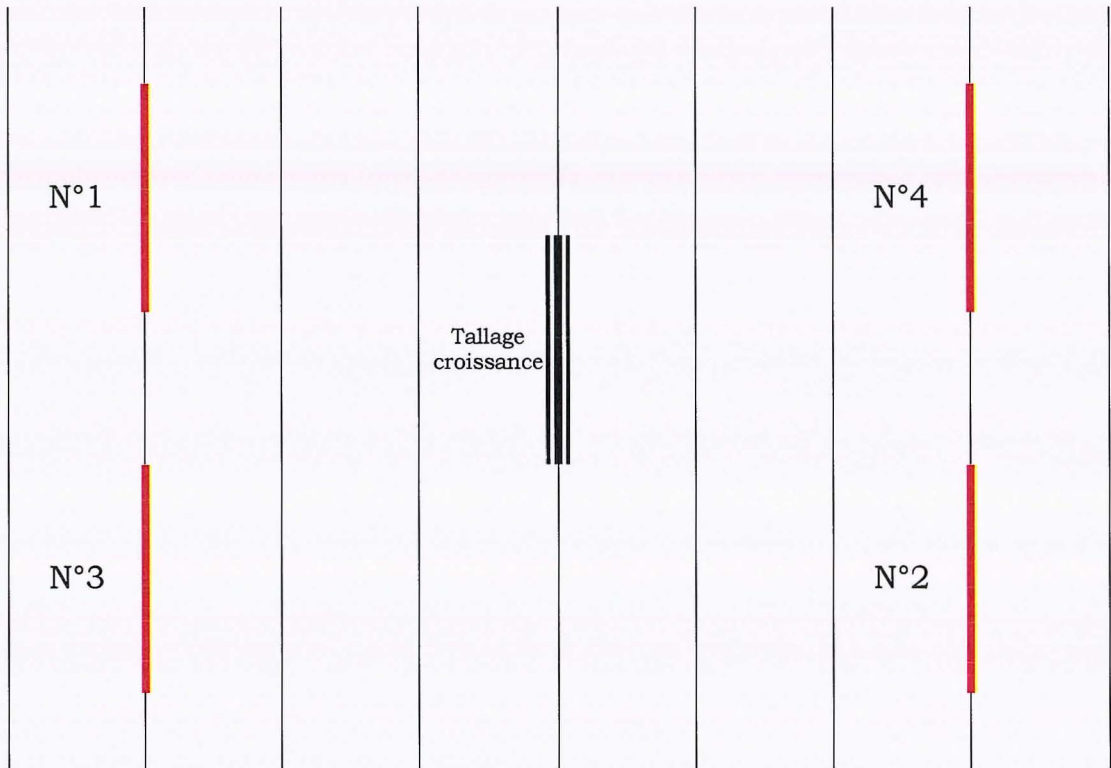
Plantation prévue début septembre. Fourniture des boutures à partir des pépinières CTICS gérées par JC Efile.

Schéma d'une parcelle

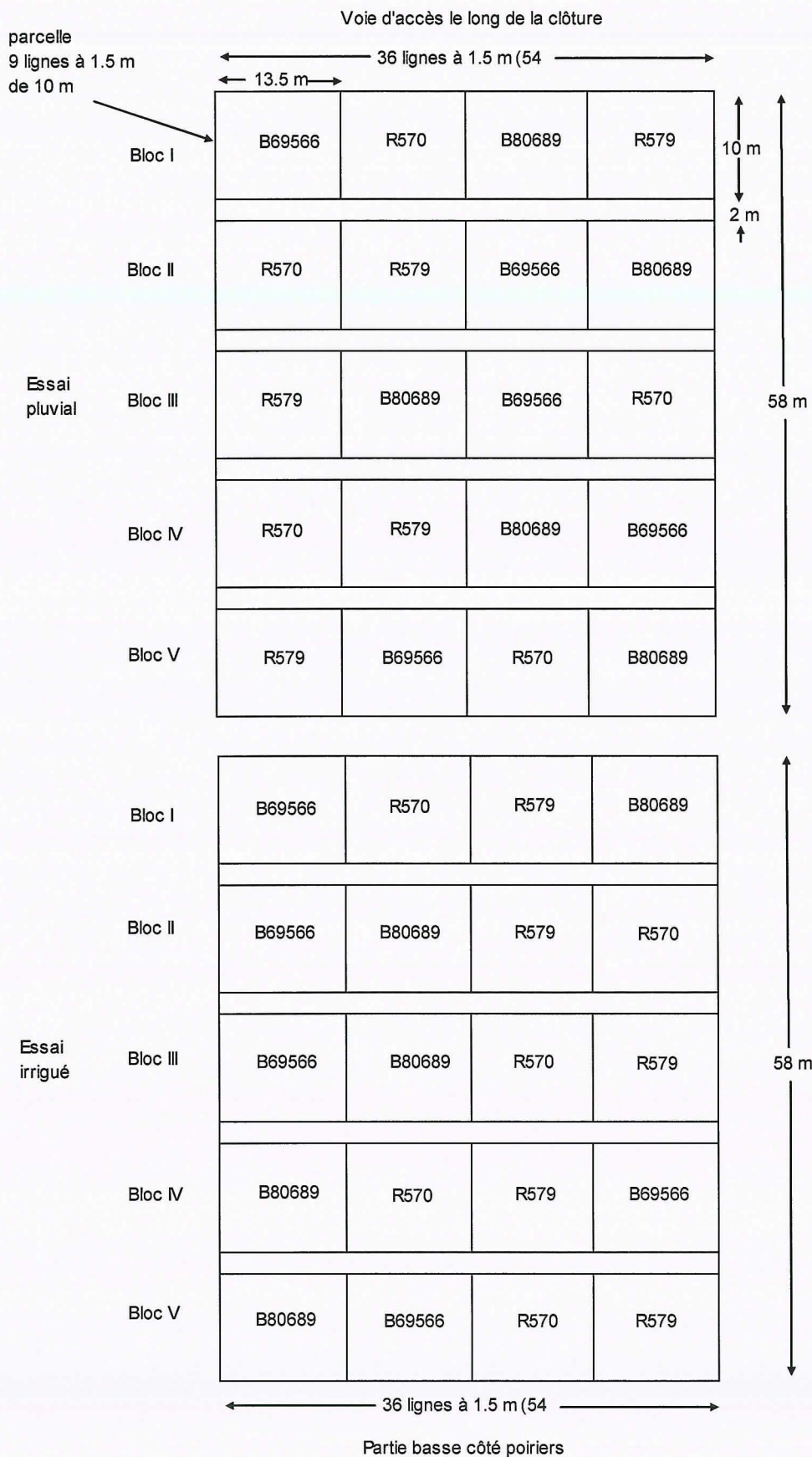
Piquetage des placettes de 3 m pour les prélèvements de biomasse

- Prélèvement 1 Ligne 2 à 1 m du début de la ligne.
- Prélèvement 2 ligne 8 à 1 m de la fin de la ligne
- Prélèvement 3 ligne 2 à 1 m de la fin de la ligne
- Prélèvement 4 (récolte) ligne 8 à 1 m du début de la ligne.

Mesures de tallage et de croissance : ligne N° 5 à 3 m du début de la ligne



PLAN DES DEUX ESSAIS



Essai biomasse résiduelle

Essai à implanter sur une parcelle de production en repousse (plutôt jeune), dans une zone homogène pour une durée de 1 an. Cet essai modifiera la production de la parcelle du fait de la présence de zones non désherbées ou désherbées tardivement.

Dispositif

6 traitements

Traitements	1	2	3	4	5	6
Biomasse résiduelle	Entièrement exportée			Entièrement restituée		
Désherbage	A partir de J0	A partir de J60	aucun	A partir de J0	A partir de J60	aucun
Nombre de lignes	6	6	6	6	6	6
Longueur m	8	8	8	8	8	8
Surface m ²	57.6	57.6	57.6	57.6	57.6	57.6

5 répétitions séparées par des passages de 2 m

Les dimensions approximatives (dépend de l'interligne) de l'essai sont :

36 lignes à 1.6 m soit 57.6 m

5 blocs de 8m et 4 séparations de 2 m soit 48 m linéaires.

Surface de l'essai : environ 2800 m²

Le choix de la variété et des opportunités d'irrigation sont à discuter.

Date de récolte le plus tôt possible.

Mise en place

Récolte mécanique de la parcelle suivie :

1. du piquetage des 30 parcelles de l'essai :
 - a. identification des 36 lignes ;
 - b. piquetage en longueur (5 fois 8 m séparés de bandes de 2 m) ;
 - c. nettoyage des passages de 2 m ;
2. Mise en place des traitements :
 - a. Exportation et pesée de la paille résiduelles parcelle par parcelle (15 parcelles en tout) pour les traitements 1, 2 et 3 ;
 - b. Prélèvement, mise en sac et pesée de 15 échantillons de paille (un par parcelle) puis mise à l'étuve à Roujol pour estimer la teneur en matière sèche des résidus. Peser séparément les éventuelles pertes à la récolte (tiges usinables au sol) ;
 - c. Homogénéisation manuelle pour assurer une bonne répartition de la paille résiduelle sur les traitements 4, 5 et 6 ;
3. Traitement herbicide immédiat en manuel localisé des 10 parcelles correspondant aux traitements 1 et 4.

Conduite de l'essai

1. Les 10 parcelles des traitements 1 et 4 seront maintenues propres jusqu'à la récolte par des compléments de sarclage manuel et des traitements herbicides localisés ;
2. Les parcelles 10 parcelles des traitements 2 et 5 ne commencerons à être désherbées qu'à partir du 60^{ième} jour suivant la récolte ;
3. Les 10 parcelles des traitements 3 et 6 ne seront jamais désherbées.

Dans la pratique, on entourera de bandes de chantier les parcelles qui ne devront pas être désherbées (toutes les parcelles 2, 3, 5 et 6 jusqu'au 60ième jour puis toutes les parcelles 3 et 6 jusqu'à la récolte.

Mesures expérimentales

Les mesures prises en charge par le CIRAD sont résumées sous forme d'une brochure annexée au protocole. Cet essai sera l'objet de mesures :

- De tallage ;
- De croissance des tiges ;
- De porosité et d'absorption ;
- D'enherbement (espèces dominantes, biomasse sèche d'adventices à J59 (traitements 2 et 4) et à la récolte (traitements 3 et 6). Protocole reste à préciser (P. Marnotte) ;
- De température du couvert et de fluorescence en cas de sécheresse marquée ;
- De rendement à la récolte.

Bas fond

Traitement 6 Bloc V Parcelle 25	Traitement 3 Bloc V Parcelle 26	Traitement 1 Bloc V Parcelle 27	Traitement 4 Bloc V Parcelle 28	Traitement 5 Bloc V Parcelle 29	Traitement 2 Bloc V Parcelle 30
Traitement 4 Bloc IV Parcelle 19	Traitement 6 Bloc IV Parcelle 20	Traitement 1 Bloc IV Parcelle 21	Traitement 5 Bloc IV Parcelle 22	Traitement 3 Bloc IV Parcelle 23	Traitement 2 Bloc IV Parcelle 24
Traitement 5 Bloc III Parcelle 13	Traitement 4 Bloc III Parcelle 14	Traitement 3 Bloc III Parcelle 15	Traitement 2 Bloc III Parcelle 16	Traitement 6 Bloc III Parcelle 17	Traitement 1 Bloc III Parcelle 18
Traitement 4 Bloc II Parcelle 7	Traitement 3 Bloc II Parcelle 8	Traitement 2 Bloc II Parcelle 9	Traitement 1 Bloc II Parcelle 10	Traitement 5 Bloc II Parcelle 11	Traitement 6 Bloc II Parcelle 12
Traitement 1 Bloc I Parcelle 1	Traitement 4 Bloc I Parcelle 2	Traitement 6 Bloc I Parcelle 3	Traitement 3 Bloc I Parcelle 4	Traitement 2 Bloc I Parcelle 5	Traitement 5 Bloc I Parcelle 6

Route d'accès

Essai écartement interligne

Dispositif

4 traitements

Traitements	1	2	3	4
Interligne	1.2	1.4	1.6	1.8
Nombre de ligne	8	7	6	5
Largeur m	9.6	9.8	9.6	9
Longueur m	10	10	10	10
Surface m ²	96	98	96	90

5 répétitions séparées par des passages de 2 m

Surface totale : $38 * (5*10 + 4*2) = 38 * 58 = 2204 \text{ m}^2$

Implantation dès que possible (climat / disponibilité en matériel et main d'œuvre, climat).
Cultivar : B 80689 ou éventuellement R570 (mesures plus délicates compte tenu des feuilles adhérentes). Ce choix est imposé par le fait que ces deux cultivars ont été calés pour le modèle de croissance de la canne à sucre.

Mise en place

L'essai sera préparé avec le tracteur et le sillonneur du CIRAD en modifiant l'écartement des socs et le tracé au sol du passage suivant du tracteur parcelle par parcelle en mettant en place les blocs les uns après les autres à partir de la clôture. Prévoir un complément de main d'œuvre pour parfaire les sillons en bout de ligne et sur les passages des roues. Dès que possible après l'ouverture des sillons :

- Mettre en place les boutures (forte densité de plantation pour éviter tout remplacement) ;
- Fermer les sillons manuellement ;
- Traitement herbicide immédiat de l'essai (y compris les allées entre blocs).

Mesures expérimentales

Les mesures prises en charge par le CIRAD sont résumées sous forme d'une brochure annexée au protocole. Cet essai sera l'objet de mesures :

- De tallage ;
- De croissance des tiges ;
- De porosité et d'absorption ;
- De température du couvert et de fluorescence en cas de sécheresse marquée ;
- De rendement à la récolte.

Réalisation :

Sillonnage mécanique de la parcelle, bloc par bloc en commençant par le haut le 28/7/2005. Plantation et fermeture manuelle des sillons le 1/8/2005. Bonnes boutures. Il manque une ligne bloc II traitement 3.

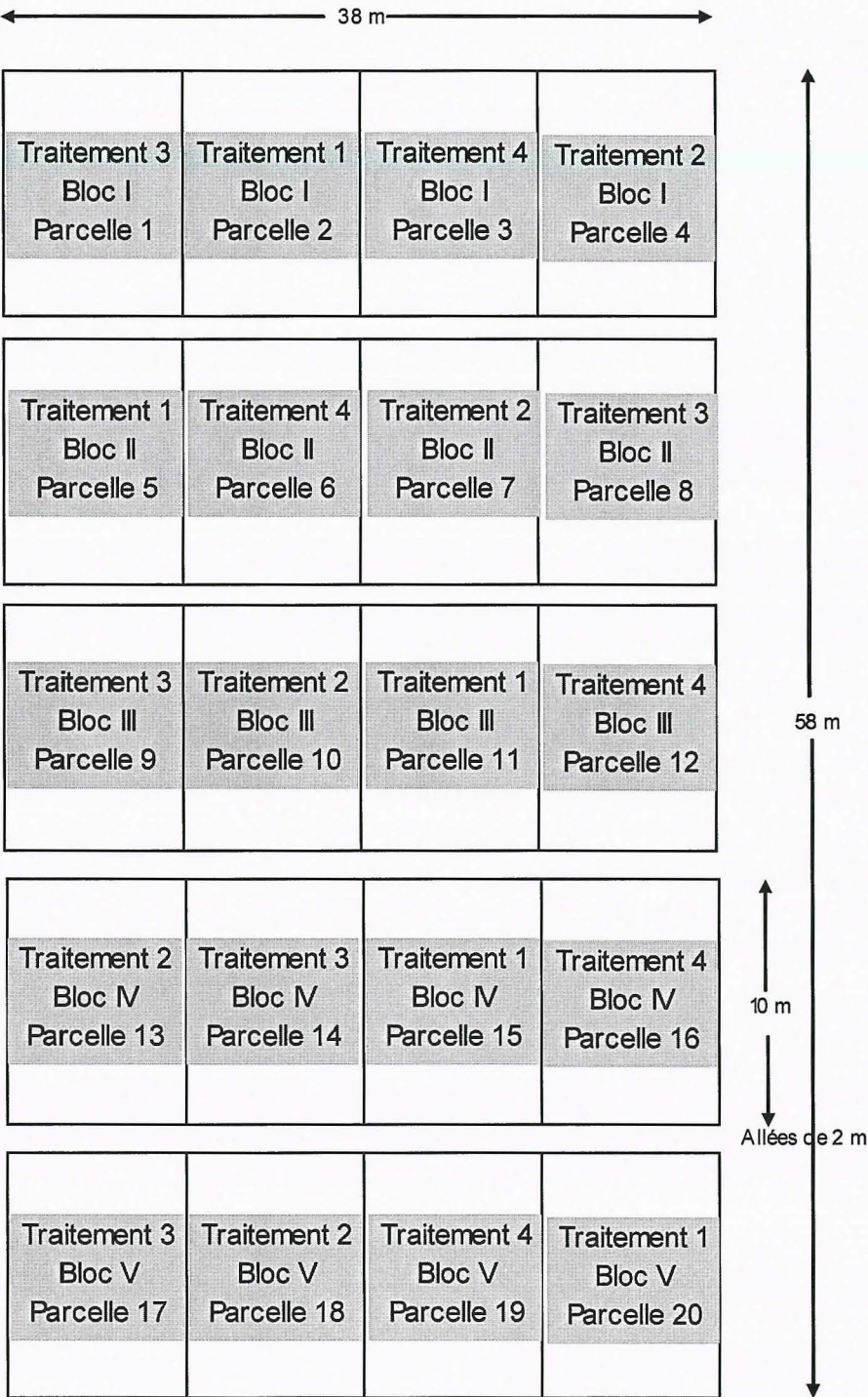
Traitement herbicide au tracteur le 2/8/2005 (rampe de 10 m, traitement en travers des sillons, passage dans les allées de 2 m.

Nouveau désherbage manuel programmé le 22/8/05 (échec du premier par excès de pluies)

Plan de l'essai

Les blocs sont comptés à partir de la partie haute (le bloc I est le plus proche du portail).

Portail et clôture



Côté plantation de poiriers

ESSAI NUISIBILITE

Introduction

Il s'agit d'un essai commun au CIRAD, au CTICS et au SUAD. Il est destiné à évaluer l'effet de l'enherbement sur la production de canne à sucre.

L'essai est conduit sur une parcelle de la ferme de Vidon, plantée courant août par le SUAD. Les traitements seront réalisés par le CTICS aux frais du CIRAD (herbicides et main d'oeuvre).

Dispositif

5 traitements (J0 = jour de la plantation de la parcelle)

Traitements	1	2	3	4	5
Début du désherbage	J0	J30	J60	J90	Aucun

Les parcelles correspondent à 5 lignes de 10 m de long

5 répétitions séparées par des passages de 2 m

Un espace de 2 m sera réalisé autour de l'essai

Mesures expérimentales

CTICS :

- Mise en place et conduite des traitements
- Mesures d'enherbement avec une série de relevés floristiques aux périodes suivantes : J29 (traitements 2, 3, 4 et 5) , J59 (traitements 3, 4 et 5), J89 (traitements 4 et 5), J120 et J150 pour le traitement 5.

CTICS avec l'appui du CIRAD (étuve, pesées)

- Mesures de biomasse de mauvaises herbe (récolte et pesée) à J30 pour le traitement 2 ; J60 pour le 3 ; J90 pour le 4 et à la récolte pour le 5.

CIRAD :

- Mesures d'absorption et de porosité.
- Mesures de tallage
- Mesures de croissance.
- Rendement à la récolte (y compris mesures de richesse).

Mise en place

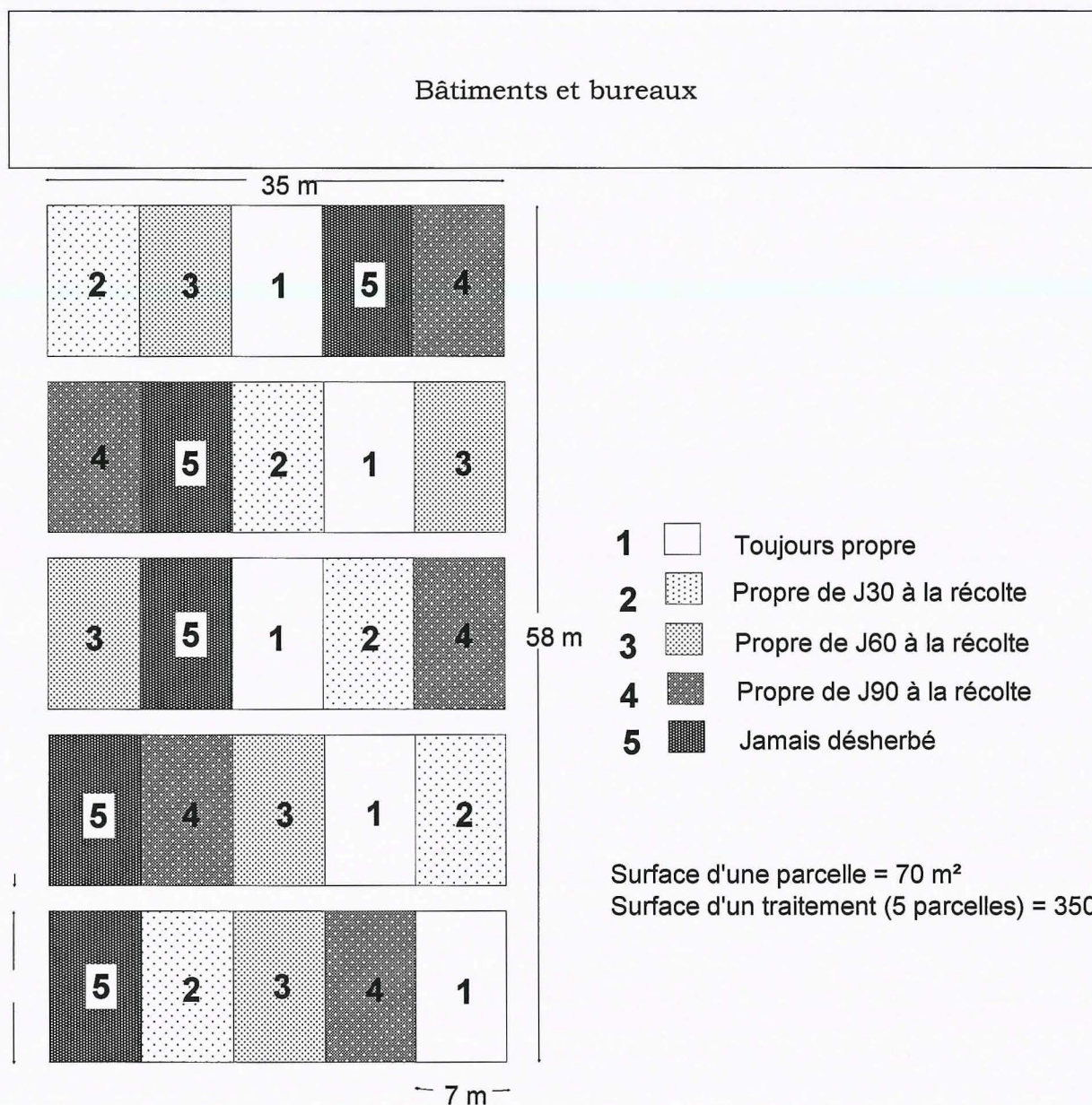
Dès la plantation réalisée :

1. Piqueter les parcelles en s'assurant qu'elles sont bien d'équerre (angle de 90° entre le sens des sillons et la limite intersillon).
2. Procéder au désherbage immédiat (prélevée) des
 - a. 5 parcelles de traitement 1 ; et
 - b. des allées et bordures.

Pour éviter toute erreur, des bandes de chantier seront mises en place autour des parcelles à ne pas désherber. Elles seront repositionnées à J30, J60 et J90 pour exclure des zones marquées les nouveaux traitements à désherber.

On procédera de préférence à des désherbages manuels des parcelles pour éviter d'éventuelles phytotoxicités.

PLAN DE L'ESSAI



Prévoir le désherbage systématique des allées et d'une bande de 2 m autour de l'essai, ce qui représente environ 900 m² en prenant soin de ne pas épandre de désherbants dans les parcelles des traitements.

